L'ORGANISATION COMPARÉE DE DEUX FORÊTS D'AMAZONIE BRÉSILIENNE

Francis KAHN

INPA-Ecologia, CP 478, 69000 Manaus, Brésil.

SUMMARY

A comparison of two «terra firme» amazonian forests shows different patterns of spatial organization. In one case multistorey canopy appears to be correlated with a coarse grained mosaic of clearings and with an important lateral heterogeneity in the forest. On the other hand, a fine grained mosaic of clearings and relative homogeneity of the forest seems associated to a closely-packed uniform canopy. These different patterns of spatial organization affect settling and growth conditions of the different species according to their specific light demands. This leads to the question whether the structural organization of the forest does or does not play a role in the distribution of the species as suggested by the case of acaulescent palm-trees in Central amazonian forests.

I. — Introduction

Il n'est pas de visiteur qui ne s'étonne de la faible hauteur de la forêt d'Amazonie centrale, aux environs de Manaus, ou qui n'admire certaines forêts du Pará dont la physionomie, par bien des aspects, rappelle la grande forêt africaine.

Dans la station expérimentale de sylviculture de l'INPA (Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia), à 45 km de Manaus sur l'axe routier menant au Venezuela, a été construite une tour qui culmine à 45 m et émerge de la végétation. De son sommet, la forêt présente une voûte continue et dense, vers 25-30 m, que percent et dominent quelques feuillages, distants les uns des autres, pouvant atteindre 35 à 40 m de haut.

Un survol des marges du Tocantins, dans l'état du Pará, révèle une sylve bien différente: une voûte discontinue est dominée par de très grands arbres qui s'en détachent comme d'énormes carpophores. La présence d'espèces pouvant atteindre de fortes dimensions conditionne le dynamisme de ces forêts. Il en résulte une organisation verticale et horizontale bien différente de celle d'Amazonie centrale.

II. — Les forêts des marges du Tocantins
(figure 1A)

Ces forêts sont caractérisées par la présence de très grands arbres, principalement du noyer du Brésil, *Bertholletia excelsa* Humb. et Bonpl. (Lecythidaceae), dont le port marque la physionomie de la végétation. Ces forêts sont d'ailleurs dénommées «castanhal», terme dérivé du nom vernaculaire brésilien de l'espèce: castanheira do Pará.

Source : MNHN, Paris

1.— *L'architecture*

L'analyse architecturale permet de dégager trois ensembles structuraux [1] au-dessus de 14-15 m: le premier dispose ses feuillages entre 14-15 m et 20-22 m selon les relevés, le deuxiéme entre 22 et 28-30 m, l'ensemble supérieur culmine vers 40-45 m.

Une telle architecture se rencontre fréquemment dans les positions topographiques de plateau et bordure de plateau, quand la végétation est totalement développée, parfois dans les bas de pente, lorsqu'ils constituent des replats, plus rarement dans la pente où la végétation ne présente généralement que deux ensembles structuraux au-dessus de 15 m.

Lorsqu'ils sont bien réalisés, ces trois ensembles d'arbres du présent sont verticalement trés distincts. Leurs feuillages se superposent sans imbrication: aux feuillages du premier correspondent les branches principales du deuxiéme, aux feuillages du deuxiéme, les branches principales ou le tronc des arbres dominants.

2.— *La surface terriére*

La répartition en classes de diamétres (Tableau I A) cumulée pour les 3 zones considérées A, B, C, témoigne de la fréquence en forts diamétres (supérieurs à 1,2 m). La surface terriére calculée pour tous les troncs de circonférence égale ou supérieure á 0,05 m est respectivement de 31 m²/ha pour les zones A et C et de 40 m²/ha pour la zone B oú la concentration en forts diamétres est importante (4 arbres au-dessus de 1,8 m pour 0,96 ha).

La surface terriére calculée pour les diamètres égaux ou supérieurs á 0,4 m, mesurés sur 0,96 ha par zone, représente 53 % de la valeur á 0,05 m de circonférence pour la zone A avec 40 arbres de 12 familles, 56 % pour la zone C avec 28 arbres de 8 familles et 71,5 % pour la zone B avec 43 arbres de 8 familles.

	A - Forêts du Tocantins (2,40 ha)	B - Forêts d'Amazonie centrale (2,44 ha)
0,15 m < Ø < 0,6 m	453 (189/ha)	936 (384/ha)
0,6 m < Ø < 1,2 m	31 (13/ha)	26 (11/ha)
1,2 m < Ø	14 (5 á 6/ha)	1

3.— *Le dynamisme forestier*

L'abondance de ces grands arbres va conditionner le dynamisme forestier. En effet, de tels arbres atteignent des tailles considérables et, le plus souvent, dépérissent sur pied: les branches principales se cassent et perturbent la végétation sous-jacente, quelques-unes régénérent partiellement la couronne, avant que l'arbre meure, se brise et crée une trouée de grande dimension, souvent plus de 1000 m².

Les traumatismes subis par les végétaux des niveaux inférieurs sont importants. Les arbres cassés servent de support aux lianes qui se développent, á la pleine lumière, et envahissent la trouée provoquée par la chute de l'arbre. Dans ces forêts, les lianes sont, par secteurs, très abondantes et parfois sur de vastes surfaces; les paysans d'Amazonie nomment alors ces végétations «cipoal» (de cipó = liane).

Ce mode de dépérissement et disparition progressive de l'arbre bouleverse l'organisation des ensembles végétaux sous-jacents, et on peut voir lá une des causes de la faible fréquence dans les classes diamétriques de 0,15 à 0,6 m.

[1] Au sens de OLDEMAN (1974): «groupe d'arbres de l'ensemble du présent d'un même niveau de hauteur».

Source : MNHN, Paris

Par ailleurs, la mosaïque forestière, par ces vastes chablis, présente une «maille large» qui accentue la discontinuité latérale des ensembles structuraux et confère à ces forêts leur physionomie propre.

Les forêts à *Bertholletia excelsa* Humb. et Bonpl. des marges du Tocantins sont ainsi caractérisées (figure 2A):

— par l'abondance de grands arbres,
— par des ensembles arborescents bien individualisés verticalement, l'ensemble le plus élevé se détachant nettement des sous-jacents,
— par une haute fréquence en forts diamètres et une fréquence relativement faible pour les valeurs comprises entre 0,15 et 0,6 m,
— par une valeur de la surface terrière variable selon les zones étudiées et qui dépend de la concentration des grands arbres,
— par de vastes trouées dues à la chute des arbres, et un sous-bois trés perturbé par celle des grosses branches,
— par des secteurs envahis de lianes.

III. — Les forêts d'Amazonie centrale

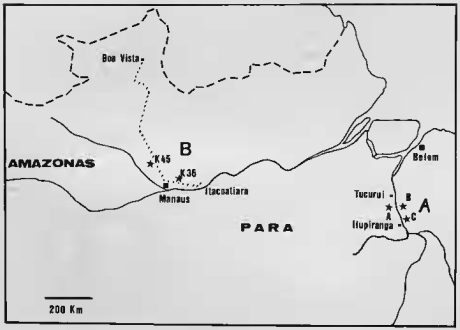
Les résultats présentés se rapportent à deux zones forestières de la région de Manaus (figure 1B):

— Station expérimentale de sylviculture tropicale, au kilomètre 45 de la route Manaus-Boa Vista (relevé de 0,96 ha);
— Kilomètre 36 de la route Manaus-Itacoatiara (relevé de 0,48 ha) et des données tirées de Prance *et al* (1976), établies sur 1 hectare au kilomètre 30 de la même route.

Figure 1:

A — Situations des forêts étudiées sur le Tocantins, au Sud de l'état du Pará, entre les villes de Tucurui et de Itupiranga.

B — Situations des parcelles étudiées aux environs de Manaus.



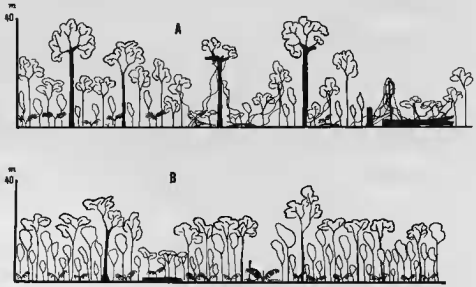
Source : MNHN, Paris

1. — *L'architecture*

Sur les plateaux, l'analyse architecturale dégage 3 ensembles structuraux au-dessus de 15 m, quand la forêt a atteint son plein développement. Mais le plus souvent, le niveau supérieur n'est pas complètement réalisé et on n'observe alors que 2 ensembles structuraux. Les pentes sont très accentuées, courtes et dépourvues de grands arbres (GUILLAUMET et KAHN, 1982).

Les feuillages de ces ensembles structuraux, respectivement disposés entre 15 et 20-22 m, 20-22 et 28-30 m, et 35 m pour les émergents, ne sont pas aussi distincts verticalement que ceux des forêts du Tocantins. Peu d'arbres présentent des branches bien individualisées dans l'espace, les feuillages des différents ensembles s'imbriquent verticalement et forment une voûte dense et épaisse.

FIGURE 2:



A — Forêts des marges du Tocantins

— Arbres de forte taille fréquents.
Grands houppiers aux branches maîtresses bien individualisées dans l'espace.
— Feuillage des ensembles arborescents bien distincts verticalement. Ensemble supérieur nettement dominant.
— Ensembles arborescents moyens peu représentés.
— Sous-bois perturbé par les nombreuses branches cassées; vastes chablis de 1000-1200 m².
Abondance des lianes par secteurs.

Forêt hétérogène, mosaïque structurale bien marquée: zones de forêt structurée, zones perturbée (voûte incomplète, sous-bois traumatisé), zones effondrées.

B — Forêts d'Amazonie centrale

— Arbres de forte taille rares.
Houppiers de dimensions réduites, aux branches maîtresses rarement individualisées.
— Imbrication verticale des feuillages des ensembles arborescents réalisant une voûte dense et épaisse.
— Ensembles arborescents moyens bien représentés.
— Chute des branches n'ayant qu'un faible impact sur les végétaux sous-jacents.
Chablis n'excédant pas 600 m².
Absence de zone à lianes.

Forêt homogène, mosaïque structurale limitée aux chablis récents et aux jeunes stades de cicatrisation.

Source : MNHN, Paris

2. — *La surface terrière*

La répartition en classes de diamètres (Tableau 1B) montre l'absence de grand diamètre et la forte fréquence dans les classes comprises entre 0,15 et 0,6 m, comparées aux forêts du Tocantins étudiées.

La surface terrière est de 36 m²/ha pour le kilomètre 45 (calculée pour tous les troncs de diamètre égal ou supérieur à 0,05 m), de 45 m²/ha pour le kilomètre 36 (calculée à partir de 0,05 m de circonférence). Les mesures de PRANCE *et al* (1976) donnent 25 m²/ha pour les troncs à partir de 0,15 m de diamètre; pour cette même limite, nous obtenons 28 m²/ha au kilomètre 45 et 36 m²/ha au kilomètre 36.

La valeur de la surface terrière calculée à partir de 0,4 m de diamètre montre que le peuplement arborescent de la forêt du kilomètre 36 est particulièrement bien développé avec 23 m²/ha. Il peut être considéré, pour ces forêts d'Amazonie centrale, comme présentant un développement optimal: en effet, 34 arbres de plus de 0,4 m de diamètre ont été rencontrés sur 0,48 ha, qui appartiennent à 15 familles; PRANCE *et al* dénombrent 51 arbres sur 1 ha représentant 12 m² et appartenant à 19 familles; au kilomètre 45, ont été mesurés 48 arbres de plus de 0,4 m de diamètre sur 0,96 m, correspondant à 10 m²/ha de surface terrière.

3. — *Le dynamisme forestier*

Les arbres de dimensions modestes [2] provoquent, par leur chute, des chablis qui n'excèdent que rarement 600 m². Ces trouées de taille réduite altèrent peu la continuité de la voûte forestière. L'impact des branches cassées sur le sous-bois est faible. Les lianes sont présentes, mais n'envahissent pas la végétation par secteur comme dans les forêts du Tocantins.

Ces forêts d'Amazonie centrale présentent une occupation complète de l'espace: imbrication verticale des feuillages des ensembles arborescents supérieurs, abondance des ensembles arborescents moyens et arbustifs, faible taille des chablis souvent limitée à la chute d'un seul arbre.

Cette organisation se traduit, malgré la rareté des forts diamètres, par une valeur élevée de la surface terrière qui marque bien ainsi, comme l'écrit ROLLET (1979), «le degré de remplissage de la forêt».

Une telle voûte constituée de 2 ensembles structuraux, parfois 3, compactés verticalement, réalise un écran végétal bien plus dense que celui formé par les ensembles arborescents disjoints verticalement, discontinus latéralement de la forêt à *Bertholletia excelsa* Humb. et Bonpl. Cet écran favorise le développement des espèces d'ombre et soustrait la lumière nécessaire à la croissance des jeunes arbres qui stagnent en attente d'une trouée. C'est ainsi que les classes de diamètres entre 0,15 m et 0,6 m sont bien représentées, contrairement aux forêts du Tocantins étudiées.

Les forêts d'Amazonie centrale sont caractérisées (figure 2B):

— par la rareté des grands arbres,
— par des ensembles arborescents qui imbriquent verticalement leurs feuillages et constituent une voûte dense. Il n'y a, pour ainsi dire, pas d'espace dépourvu de feuillage où dominent les seules branches maîtresses,
— par une faible fréquence en grands diamètres, mais une forte fréquence pour les classes comprises entre 0,15 m et 0,6 m,
— par la taille limitée des chablis, et l'impact réduit de la chute des branches sur le sous-bois,
— enfin, comparées aux forêts des marges du Tocantins, par une valeur élevée de la surface terrière, compte tenu de la faible fréquence des grands diamètres.

IV. — CONCLUSION

Cette comparaison entre deux forêts d'Amazonie brésilienne montre une occupation très différente de l'espace dans les deux cas et souligne le rôle des grands arbres qui, conditionnant le dynamisme forestier, déterminent l'organisation de la forêt.

[2] Les grands arbres sont très rares, nous avons rencontré un *Dinizia excelsa* Ducke atteignant 40 m de hauteur et 1,9 m de diamètre.

Source : MNHN, Paris

Les forêts des marges du Tocantins sont dominées par des arbres géants, principalement *Bertholletia excelsa* Humb. et Bonpl., qui se détachent nettement au-dessus de la végétation. Les nombreuses chutes de branches perturbent l'organisation du sous-bois, tandis que celles des arbres créent de vastes trouées. Ces forêts sont des mosaïques de zones comprenant des grands arbres aux branches cassées où le sous-bois est, par place, envahi de lianes, de zones effondrées où dominent les lianes et de zones de belle forêt avec de puissants arbres.

De tels géants sont absents des forêts d'Amazonie centrale. On y rencontre néanmoins des arbres de fortes dimensions, mais ils sont rares et n'interfèrent pas sur le dynamisme forestier de façon sensible.

La physionomie modeste de ces forêts marque un «remplissage» complet de l'espace; une voûte dense et épaisse, des chablis de taille réduite, le faible impact des branches cassées limitent la discontinuité latérale et la mosaïque forestière est, ici, composée de zones de forêt à différents stades de maturité et de trouées correspondant aux chablis récents. Il n'y a pas de secteur envahi par les lianes.

Ces observations nous conduisent aux remarques suivantes:

Une espèce conditionne, par sa fréquence [3] et ses dimensions, la structure et le dynamisme de la végétation. D'autres espèces peuvent atteindre des dimensions aussi fortes, mais elles restent peu fréquentes, comme *Anacardium giganteum* Hancock ex Engl., *Astronium lecointei* Ducke (Anacardiaceae), *Alexa grandiflora* Ducke (Leguminosae), etc.

Selon la présence ou l'absence de telles espèces, la forêt offre une organisation spatiale différente par la constitution de la voûte forestière étagée dans un cas, densément condensée dans l'autre, par la taille des chablis conférant une mosaïque à «maille large» et une grande hétérogénéité latérale des ensembles arborescents ou, au contraire, à «maille plus fine» et une relative homogénéité latérale. Les espèces végétales, selon leur tempérament d'héliophile strict à sciaphile strict, y rencontreront des conditions d'installation et de développement variables en fonction des phases du cycle sylvigénétique. Ces conditions diffèrent-elles suffisamment d'un type forestier à l'autre pour imposer des variations floristiques? En d'autres termes, l'organisation structurale de la forêt joue-t-elle un rôle dans la répartition géographique des espèces?

L'étude des populations de palmiers dans les deux régions considérées montre que les espèces du sous-bois sont plus nombreuses avec des effectifs plus importants en Amazonie centrale où dominent les formes acaules (*Astrocaryum aff. javarense* Trail ex Drude, *A. acaule* Mart., *Attalea attaleoides* [Barbosa Rodrigues] W. Boer, *A. spectabilis* Mart.) jamais rencontrées dans les forêts du Tocantins.

Une analyse plus fine de ces forêts aux structures aussi contrastées devra permettre d'appréhender les relations entre l'organisation structurale et la diversité en espèces et en types biologiques. Encore faudra-t-il vérifier que de telles relations se répètent lors de confrontations entre des types forestiers analogues, choisis en d'autres régions d'Amazonie, pour bien dégager l'effet de la structure de ceux des sols et du climat.

BIBLIOGRAPHIE

GUILLAUMET (J. L.) et KAHN (F.), 1982. — Structure et dynamisme de la forêt. *Supl. Acta Amazonica*, 12 (3), 61-77.
OLDEMAN (R. A. A.), 1974. — L'architecture de la forêt guyanaise. ORSTOM, Paris.
PRANCE (G. T.), RODRIGUES (W. A.) et SILVA (M. F.), 1976. — Inventário florestal de um hectare de mata de terra firme Km 30 da estrada Manaus-Itacoatiara. *Acta Amazonica*, 6 (1), 9-35.
ROLLET (B.), 1979. — 5. Organisation. In «Ecosystèmes forestiers tropicaux», UNESCO, 118-152.

[3] Dans les zones étudiées — A, B, C —, 16 *Bertholletia excelsa* Humb. et Bonpl., de plus de 30 m de hauteur, ont été rencontrés sur 2,88 ha; 3 individus entre 0,6 et 1 m de diamètre, 11 entre 1 et 2 m, et 2 au-dessus.

Source : MNHN, Paris